



(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ :

F22B 37/10

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/18807

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum: 29. Oktober 1992 (29.10.92)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE91/00319

(22) Internationales Anmeldedatum: 18. April 1991 (18.04.91)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : KASTNER, Wolfgang [DE/DE]; Kärntner Strasse 18, D-8522 Herzogenaurach (DE). KÖHLER, Wolfgang [DE/DE]; Röckenhofer Hauptstrasse 22, D-8501 Kalchreuth (DE). WITTCHOW, Eberhard [DE/DE]; Schronfeld 96, D-8520 Erlangen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-8000 München 2 (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), SU, US.

Veröffentlicht

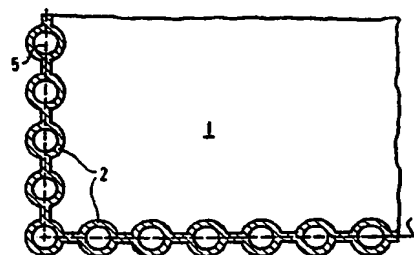
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: CONTINUOUS FLOW STEAM GENERATOR WITH A VERTICAL GAS FLUE OF SUBSTANTIALLY VERTICALLY FITTED PIPES

(54) Bezeichnung: DURCHLAUFDAMPFERZEUGER MIT EINEM VERTIKALEN GASZUG AUS IM WESENTLICHEN VERTIKAL ANGEORDNETEN ROHREN

(57) Abstract

In such continuous steam generators, the pipes (3) together form combustion chamber walls (2) and bear burners for fossil fuels. The insides of the pipes are often fitted with ribs forming a multiple thread and connected together in parallel for the circulation of a coolant. According to the invention, the inside diameter d of the pipes is a function of a quotient K and certain points lie between a curve A and the ordinates from paired values of the inside pipe diameter d and the quotient K in a system of co-ordinates. Here, the summed mass flow M through all the pipes at 100% steam production divided by the volume of the gas flue in a horizontal section through the combustion chamber is used to form the quotient K and thereby there are four defined points on curve A , which rises steadily. The use of this arrangement is also advantageous for continuous steam generators with rated powers down to far below 500 MW.



(57) Zusammenfassung

Bei derartigen Durchlaufdampferzeugern bilden die Rohre (3) gemeinsam Brennkammerwände (2) und tragen Brenner für fossile Brennstoffe. Die Rohre sind häufig auf ihrer Innenseite mit ein mehrgängiges Gewinde bildenden Rippen versehen und sind für den Durchfluß eines Kühlmittels einander parallel geschaltet. Erfindungsgemäß ist der Rohrrinnendurchmesser d eine Funktion eines Quotienten K und liegen durch Wertepaare des Rohrrinnendurchmessers d und des Quotienten K in einem Koordinatensystem bestimmte Punkte zwischen einer Kurve A und der Ordinate. Dabei dient zur Bildung des Quotienten K der summierte Massedurchsatz M aller Rohre bei 100 % Dampfleistung dividiert durch den Umfang des Gaszugs in einem horizontalen Schnitt durch die Brennkammer und dabei liegen vier bestimmte Punkte auf der Kurve A , die stetig steigend ist. Die Anwendung dieser Anordnung ist auch für Durchlaufdampferzeuger mit Nennleistungen bis weit unter 500 MW vorteilhaft möglich.

FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AT	Austria	FI	Finland	MI	Mali
AU	Australia	FR	France	MN	Mongolia
BB	Barbados	GA	Gabon	MR	Mauritania
BE	Belgium	GB	United Kingdom	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NL	Netherlands
BG	Bulgaria	GR	Greece	NO	Norway
BJ	Benin	HU	Hungary	PL	Poland
BR	Brazil	IE	Ireland	RO	Romania
CA	Canada	IT	Italy	RU	Russian Federation
CF	Central African Republic	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Congo	KP	Democratic People's Republic of Korea	SE	Sweden
CH	Switzerland	KR	Republic of Korea	SN	Senegal
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CM	Cameroon	LK	Sri Lanka	TD	Chad
CS	Czechoslovakia	LU	Luxembourg	TG	Togo
DE	Germany	MC	Monaco	US	United States of America
DK	Denmark	MG	Madagascar		
ES	Spain				

- 1 Durchlaufdampferzeuger mit einem vertikalen Gaszug aus im wesentlichen vertikal angeordneten Rohren

Die Erfindung betrifft Durchlaufdampferzeuger mit einem
5 vertikalen Gaszug aus im wesentlichen vertikal angeordneten und miteinander gasdicht verschweißten Rohren, die gemeinsam Brennkammerwände bilden und Brenner für fossile Brennstoffe tragen, die einen Rohrrinnendurchmesser d aufweisen und auf ihrer Innenseite ein mehrgängiges Gewinde bildende Rippen mit
10 einer Steigung h und einer Rippenhöhe H aufweisen und die für den Durchfluß eines Kühlmittels parallel geschaltet sind.

Derartige Durchlaufdampferzeuger mit vertikaler Berohrung der Brennkammerwände sind gegenüber solchen mit schraubenförmiger
15 Berohrung kostengünstiger herzustellen und haben außerdem einen niedrigeren wasser-/dampfseitigen Druckverlust.

Allerdings können die nicht vermeidbaren Unterschiede in der Wärmezufuhr zu den einzelnen Rohren, z.B. infolge unterschiedlichen Verschlackungsgrades vor und nach dem Rußblasen, zu
20 Temperaturdifferenzen zwischen einzelnen Rohren am Verdampferaustritt bis zu 160°C führen (Europäische Patentanmeldung O 217 079), die Schäden aufgrund von unzulässigen Wärmespannungen verursachen. Außerdem können derartige Dampferzeuger bisher aus Gründen der Rohrkühlung nur für große Einheiten-
25 leistungen ausgeführt werden. In einer Veröffentlichung "Zwangsdurchlaufkessel für Gleitdruckbetrieb mit vertikaler Brennkammerberohrung" von H. Juzie et al in der VGB KRAFTWERKS-TECHNIK 64, Heft 4, ab Seite 292, wird für Dampferzeuger mit einer Brennkammer mit vertikaler Berohrung und Steinkohle-Tangentialfeuerung eine untere Leistungsgrenze von 500 MW
30 angegeben.

Aus dieser Veröffentlichung ergibt sich auch, daß die Massenstromdichte des Kühlmittels im Rohr neben dem Rohrrinnendurchmesser eine bestimmende Größe für die strömungstechnische Aus-
35 legung des Parallelrohrsystems ist, das als Verdampferheiz-

1 fläche wirkt. Typische Massenstromdichten für schraubenförmige
Berohrung der Brennkammer mit auf der Innenseite glatten Rohren
liegen zwischen 2000 und 3000 kg/m²s, für vertikale Berohrung
mit innenberippten Rohren zwischen 1500 und 2000 kg/m²s. Bei
5 diesen Auslegungsparametern ist der Anteil des Reibungsdruck-
abfalls am gesamten Druckabfall der Durchlauf-Verdampfer sehr
hoch. Derartige Verdampfer haben demzufolge eine typische
Charakteristik, gemäß der - ausgehend vom Auslegungszustand -
der Massendurchsatz im Einzelrohr bei dessen stärkerer Behei-
10 zung zurückgeht und bei dessen schwächerer Beheizung ansteigt.

Diese Charakteristik ist eine Ursache für größere Temperatur-
differenzen zwischen einzelnen Rohren am Verdampferaustritt
bei Gaszügen mit vertikal angeordneten Rohren. Zur Minderung
15 dieser Temperaturdifferenzen ist es bekannt, Drosseln am Ver-
dampfereintritt einzubauen und/oder im oberen Teil der Brenn-
kammerwände außerhalb des Gaszuges Mischsammler anzuordnen, in
welche die Rohre münden und in denen ein gewisser Enthalpie-
ausgleich durch Mischung stattfindet. Bei Einheitsleistungen
20 unter 500 MW ist bei bisher ausgeführten Durchlaufdamperzeu-
gern für die Brennkammerwände eine schraubenförmige Berohrung
vorgesehen worden, um die für die Kühlung der Glattrohre not-
wendige Massenstromdichte in den Rohren einhalten zu können
und um einen gewissen Beheizungsausgleich bei der großen Rohr-
25 länge zu erreichen. Diese Maßnahme führt jedoch zu höheren
Herstellungskosten der Durchlaufdamperzeuger und erfordert
verhältnismäßig große Speisepumpenleistungen aufgrund des auf-
tretenden hohen Druckabfalls.

30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Durchlaufdamperzeuger
kostengünstig herzustellen und zu betreiben, dabei die Tempera-
turdifferenzen am Verdampferaustritt auf wirtschaftliche Art
und Weise auf zulässige Werte zu reduzieren und darüber hinaus
die Anwendungsgrenze für Durchlaufdamperzeuger mit vertikaler

35

- 1 Berohrung der Brennkammerwände auf Einheitenleistungen deutlich unterhalb von 500 MW auszudehnen.

5 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe für Durchlaufdampferzeuger der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der Rohrinne-
durchmesser d eine Funktion eines Quotienten K ist und daß
Punkte, bestimmt durch Wertepaare aus Rohrinnendurchmesser d
und Quotient K , in einem Koordinatensystem zwischen einer Kurve
10 A und der Ordinate liegen. Dabei wird zur Bildung des Quotien-
ten K der summierte Massendurchsatz M aller Rohre bei 100%
Dampfleistung dividiert durch den Umfang des Gaszugs in einem
horizontalen Schnitt, gemessen auf den Verbindungslinien der
Rohrmitten benachbarter Rohre. Dabei liegen Punkte entsprechend
der Wertepaare

15

$$\begin{aligned}d_1 &= 12,5 \text{ mm bei } K_1 = 3 \text{ kg/s m} \\d_2 &= 20,4 \text{ mm bei } K_2 = 7 \text{ kg/s m,} \\d_3 &= 30,6 \text{ mm bei } K_3 = 13 \text{ kg/s m und} \\d_4 &= 39,0 \text{ mm bei } K_4 = 19 \text{ kg/s m}\end{aligned}$$

20 auf der Kurve A, die stetig steigend ist.

Nach zweckmäßigen Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Durch-
laufdampferzeugers ist die Steigung h in m der ein mehrgängiges
25 Gewinde bildenden Rippen auf der Innenseite der Rohre höchstens
gleich dem 0,9-fachen der Wurzel aus dem Rohrinnendurchmesser
 d in m und die Rippenhöhe H beträgt mindestens das 0,04-fache
des Rohrinnendurchmessers d .

30 Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung bestehen darin, daß
Punkte, bestimmt durch Wertepaare aus Rohrinnendurchmesser c
und Quotient K , in dem Koordinatensystem zwischen der Kurve A
und einer Geraden B liegen, wobei die Gerade B durch Punkte
entsprechend den Wertepaaren

35

$$\begin{aligned}d_5 &= 14,3 \text{ mm bei } K_5 = 1,8 \text{ kg/s m und} \\d_6 &= 38,4 \text{ mm bei } K_6 = 7,6 \text{ kg/s m}\end{aligned}$$

1 definiert ist, oder daß der jeweils einem Quotienten K zugeordnete Rohrinnendurchmesser d um höchstens 30% von dem auf der Kurve A diesem Quotienten K zugehörigen Rohrinnendurchmesser d abweicht.

5

Die Kurven A und B sind so bestimmt, daß der Durchlaufdampf-
erzeuger noch mit einer Mindestlast von 50% der Vollast oder
darunter im sicheren Durchlaufbetrieb betrieben werden kann,
ohne daß die erfindungsgemäßen Vorteile verloren gehen.

10

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Durchlaufdampf-
erzeugers ist sehr vorteilhaft, weil durch sie die Massenstromdichte in
den durchströmten Rohren so weit abgesenkt und der Rohrinnen-
durchmesser d so bestimmt sind, daß der Anteil des geodätischen
15 Druckabfalls am gesamten Druckabfall eine Veränderung der
Charakteristik von Durchlaufverdampfern erzwingt, gemäß der -
ausgehend vom Auslegungszustand - der Massendurchsatz im
Einzelrohr bei dessen stärkerer Beheizung erhöht wird und bei
dessen schwächerer Beheizung zurückgeht. Diese neuartige
20 Charakteristik führt zu einer bedeutenden Vergleichmäßigung
der Dampf- und damit der Rohrwandtemperaturen am Austritt der
die Verdampferheizfläche bildenden Brennkammerwände.

25

Die Absenkung der Massenstromdichte in den Verdampferrohren
hat einen weiteren Vorteil, weil sich bei unverändertem Gesamt-
massendurchsatz durch das Parallelrohrsystem des Verdampfers
und bei Beibehaltung gleicher Rohrinnendurchmesser d die Anzahl
der durchflußmäßig parallel geschalteten Rohre der Brennkammer-
wände des Gaszugs gegenüber bisher üblichen Auslegungen ver-
größert. Dadurch ist es möglich, das Verhältnis von Brennkammer-
30 umfang zum Gesamtmassendurchsatz zu vergrößern und die Anwen-
dungsgrenze für Durchlaufdampf-erzeuger mit vertikal berich-
ten Brennkammerwänden in einen Leistungsbereich bis weit unterhalb
von 500 MW auszuweiten.

35

- 1 Um jedoch dabei eine sichere Kühlung der einzelnen Rohre zu gewährleisten, müssen diese innen berippt sein. Dabei muß die Rippengeometrie so beschaffen sein, daß nahezu im gesamten Verdampfungsgebiet, erzwungen durch den Drall des Kühlmittel-
- 5 stroms, stets Wasser auf der Rohrrinnenwand vorhanden ist und somit die Gefahr von Filmverdampfung beseitigt ist.

Die erfindungsgemäße Gestaltung von Durchlaufdampferzeugern wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Im einzelnen

10 zeigen:

- FIG 1 einen Ausschnitt aus einem horizontalen Schnitt durch einen vertikalen Gaszug und
- FIG 2 einen Längsschnitt durch ein einzelnes Rohr;
- 15 FIG 3 ein Koordinatensystem mit Kurven A und B.

Ein Durchlaufdampferzeuger mit einem vertikalen Gaszug 1 ist von Brennkammerwänden 2 umfaßt. Die Brennkammerwände 2 bestehen aus vertikal und nebeneinander angeordneten Rohren 3, die miteinander gasdicht verschweißt sind (Figur 1). Die miteinander gasdicht verschweißten Rohre bilden beispielsweise in einer

20 Rohr-Steg-Rohr-Konstruktion oder in einer Flossenrohr-Konstruktion eine gasdichte Brennkammerwand 2.

- 25 Die Rohre 3 tragen nach Figur 2 auf ihrer Innenseite Rippen 4, die eine Art mehrgängiges Gewinde mit einer Steigung h bilden und eine Rippenhöhe H haben. Der Rohrrinnendurchmesser d der Rohre 3 ist definiert durch den rechnerischen Durchmesser des Kreises, der den gleichen Flächeninhalt hat wie der durch die
- 30 Rippen 4 eingeengte freie Querschnitt der Rohre 3. Der Rohrrinnendurchmesser d und die Steigung h bestimmen sich gegenseitig durch die Funktion $h \leq 0,9 \cdot \sqrt{d}$, um die Strömung des Kühlmittels in einen ausreichend großen Drall zu versetzen.

1 Die Brennkammerwände 2 des vertikalen Gaszuges 1 tragen nicht
dargestellte Brenner für fossile Brennstoffe, die innerhalb des
Gaszuges 1 verbrennen und dabei Wärme erzeugen. Die Wärme wird
5 von einem Kühlmittel aufgenommen, welches die die Brennkammer-
wände 2 bildenden Rohre 3 durchströmt und dabei verdampft. Im
Normalfall dient als Kühlmittel entsprechend aufbereitetes
Wasser. Die Rippen 4 ragen mindestens um das 0,04-fache des
Rohrinnendurchmessers d in das Rohr 3 hinein, um den Wasser-
10 anteil des strömenden Kühlmittels auf der Innenseite des Roh-
res zu führen, denn der Drall preßt vor allem auch in dem
Bereich, in dem das Wasser verdampft, das jeweils noch als
Flüssigkeit vorhandene Wasser an die Innenseite eines Rohres
3, so daß das Rohr 3 die von ihm aufgenommene Wärme gut an die
Flüssigkeit weitergibt und dadurch sicher gekühlt wird.

15 Um dies jeweils in ausreichendem Maße zu gewährleisten, ist
der Rohrinnendurchmesser d gemäß der Erfindung nicht unabhän-
gig vom Quotienten K gewählt. Dabei ist der Quotient K durch
Division des summierten Massendurchsatzes (kg/s) aller Rohre 3
20 bei 100% Dampfleistung durch den Umfang (m) des Gaszugs 1 be-
stimmt. Der Umfang des Gaszugs 1 ist entlang einer in Figur 1
gestrichelt dargestellten Linie 5 gemessen, die die Rohrmitten
der einzelnen benachbarten Rohre 3 miteinander verbindet.

25 In dem Koordinatensystem gemäß Figur 3 ist der Rohrinnendurch-
messer d als Funktion des Quotienten K darstellbar. Vier
Punkte einer Kurve A sind durch die Wertepaare

30 $d_1 = 12,5 \text{ mm}$ bei $K_1 = 3 \text{ kg/s m}$,
 $d_2 = 20,4 \text{ mm}$ bei $K_2 = 7 \text{ kg/s m}$,
 $d_3 = 30,6 \text{ mm}$ bei $K_3 = 13 \text{ kg/s m}$ und
 $d_4 = 39,0 \text{ mm}$ bei $K_4 = 19 \text{ kg/s m}$

gegeben.

35

- 1 Jeder Punkt in dem Feld zwischen dieser Kurve A und der Ordinate, entlang der der Rohrinnendurchmesser d aufgetragen ist, stellt ein Wertepaar dar, bei dem die Anteile von Reibungsdruckabfall und geodätischem Druckabfall in einem so günstigen
- 5 Verhältnis zueinander stehen - im allgemeinen ist dann der geodätische Druckabfall größer als der Reibungsdruckabfall - , daß bei der Mehrbeheizung eines einzelnen Rohres der Massendurchsatz durch dieses Rohr ansteigt.
- 10 Eine sichere Kühlung der Rohre erlaubt bei einem vorgegebenen Quotienten K keine beliebige Wahl des Rohrinnendurchmessers d . Deshalb wird das Feld auf in der Praxis üblicherweise vorkommende Wertepaare durch eine Gerade B begrenzt, die durch die Punkte entsprechend den Wertepaaren

15

$$\begin{aligned}d_5 &= 14,3 \text{ mm bei } K_5 = 1,8 \text{ kg/s m und} \\d_6 &= 38,4 \text{ mm bei } K_6 = 7,6 \text{ kg/s m}\end{aligned}$$

- bestimmt ist. Erfindungsgemäß liegen damit die aus Rohrinnendurchmesser d und Quotienten K gebildeten Wertepaare zwischen
- 20 den Kurven A und B des Koordinatensystems nach Figur 3.

- Bei besonders ungünstigen Beheizungsverhältnissen sollte ein
- 25 einem Quotienten K zugeordneter Rohrinnendurchmesser d höchstens 10% kleiner bzw. 30% größer als der auf der Kurve A diesem Quotienten K zugeordnete Rohrinnendurchmesser d sein.

- Durch die Ermittlung der Größe des Rohrinnendurchmessers d auf die angegebene Art und Weise werden in den Rohren 3 Strömungsverhältnisse erzwungen, bei denen ein durch Reibung erzeugter
- 30 Anteil des Druckabfalls in einem günstigen Verhältnis zum geodätisch verursachter Anteil des Druckabfalls am Gesamtdruckabfall steht, und zwar sowohl bei Vollast- als auch bei Teillastbetrieb, bis zu einer Teillast von 50% der Vollast und
- 35 darunter. Infolge der erfindungsgemäß aufeinander abgestimmten

- 1 Abmessungen der Rohre 3 sowie des Gaszugs 1 werden diese günstigen Verhältnisse gewährleistet durch eine relativ niedrige, auf die Masse des Kühlmittels bezogene Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmittels in axialer Richtung bei gleichzeitig starker
- 5 Drallbewegung desselben. Diese Strömungsgeschwindigkeit, ausgedrückt als Massenstromdichte, liegt bei 100% Dampfleistung für die Rohre bis zu einem Rohrrinnendurchmesser d von 25 mm zwischen etwa 800 und 850 $\text{kg/m}^2\text{s}$ (Kurve A). Bei Rohrrinnendurchmessern d größer als 25 mm steigt die Massenstromdichte und
- 10 liegt zwischen 850 und etwa 950 $\text{kg/m}^2\text{s}$ (Kurve A).

Der Gesamtdruckabfall in den Rohren 3, also der Unterschied zwischen dem Druck im unten liegenden Eintrittssammler und dem Druck im oben liegenden Austrittssammler, setzt sich zusammen

15 aus den Anteilen Reibungsdruckabfall, geodätischer Druckabfall und Beschleunigungsdruckabfall. Der Anteil des Beschleunigungsdruckabfalls liegt bei 1 bis 2% des Gesamtdruckabfalls und kann deshalb hier vernachlässigt werden.

- 20 Der Reibungsdruckabfall eines einzelnen Rohres 3 erhöht sich bei einer gegenüber anderen Rohren vorhandenen Mehrbeheizung infolge der erhöhten Volumenzunahme des Wasser-Dampf-Gemisches. Da allen parallel geschalteten Rohren einer Verdampferheizfläche eines Durchlaufdampferzeugers durch ihre Kopplung an einen
- 25 gemeinsamen Eintritts- bzw. Austrittssammler der gleiche Druckabfall vorgegeben ist, muß zum Ausgleich dieses Druckabfallanteils bei einem stärker beheizten Rohr der Durchsatz zurückgehen. Dieser zurückgehende Durchsatz führt in Verbindung mit der stärkeren Beheizung des Rohres demzufolge zu stark erhöhten
- 30 Dampfaustrittstemperaturen am Rohrende gegenüber durchschnittlich oder schwächer beheizten Rohren.

- Der geodätische Druckabfall eines einzelnen Rohres 3 sinkt dagegen bei Mehrbeheizung dieses Rohres gegenüber anderen
- 35 Rohren infolge erhöhter Dampfbildung, weil die Wasser-Dampf-

1 Säule leichter wird. Der Durchsatz durch das mehrbeheizte Rohr
steigt aufgrund dieses Effekts also an, bis die Summe von
erhöhtem Reibungsdruckabfall und gesunkenem geodätischen Druck-
abfall den durch die Kopplung über Eintritts- bzw. Austritts-
5 sammler vorgegebenen Druckabfall erreicht. Diese Steigerung
des Durchsatzes ist erwünscht, um die Dampfaustrittstemperatur
am Rohrende trotz der Mehrbeheizung niedrig zu halten. Dieser
erfindungsgemäß vergleichsweise große Einfluß des geodätisch
verursachten Druckabfalls ist die Ursache für die Veränderung
10 der Charakteristik des Durchlaufdampferzeugers hin zu einem
Verhalten, bei dem größere Temperaturunterschiede am Rohrende
des Verdampfers vermieden sind, weil eine stärkere Beheizung
eines einzelnen Rohres durch einen höheren Durchsatz des
Kühlmittels durch dasselbe größtenteils kompensiert wird.

15 Diese Vorteile der Erfindung werden bei mit festen Brenn-
stoffen wie Kohle befeuerten Durchlaufdampferzeugern besonders
deutlich, da dort aufgrund der unterschiedlichen Verschmutzung
der Brennkammerwände die Mehr- oder Minderbeheizung einzelner
20 Rohre sehr groß ist.

25

30

35

1 Patentansprüche

1. Durchlaufdampferzeuger mit einem aus miteinander gasdicht verschweißten Rohren gebildeten vertikalen Gaszug, an dem sich Brenner für fossilen Brennstoff befinden, wobei die Rohre des Gaszuges im wesentlichen vertikal angeordnet sind, einen Rohrin-
nendurchmesser d aufweisen, auf ihrer Innenseite ein mehrgängiges Gewinde bildende Rippen tragen und für den Durchfluß eines Kühlmittels parallel geschaltet sind,
dadurch gekennzeichnet,
- der Rohrin-
nendurchmesser d eine Funktion eines Quotienten K ist,
- daß durch Wertepaare des Rohrin-
nendurchmessers d und des Quotienten K bestimmte Punkte in einem Koordinatensystem
zwischen einer Kurve A und der Ordinate liegen,
-- wobei zur Bildung des Quotienten K der summierte Massendurchsatz aller Rohre bei 100% Dampfleistung dividiert ist durch den Umfang des Gaszugs in einem horizontalen Schnitt, gemessen auf den Verbindungslinien der Rohrmitten der benachbarten Rohre und
-- wobei die Kurve A durch Punkte entsprechend den Wertepaaren
 $d_1 = 12,5 \text{ mm}$ bei $K_1 = 3 \text{ kg/s m}$,
 $d_2 = 20,4 \text{ mm}$ bei $K_2 = 7 \text{ kg/s m}$,
 $d_3 = 30,6 \text{ mm}$ bei $K_3 = 13 \text{ kg/s m}$ und
 $d_4 = 39,0 \text{ mm}$ bei $K_4 = 19 \text{ kg/s m}$
auf der Kurve A liegen, die stetig steigend ist.
2. Durchlaufdampferzeuger nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
- daß eine Steigung h in m der Rippen in den Rohren höchstens gleich dem 0,9-fachen der Wurzel aus dem Rohrin-
nendurchmesser d in m ist und daß eine Höhe H der das Gewinde bildende Rippen mindestens gleich dem 0,04-fachen des Rohrin-
nendurchmessers d ist.

- 1 3. Durchlaufdampferzeuger nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß durch die Wertepaare des
Rohrinnendurchmessers d und des Quotienten K in dem Koordinaten-
system bestimmte Punkte zwischen der Kurve A und einer Geraden
5 B liegen, wobei die Punkte entsprechend den Wertepaaren
 $d_5 = 14,3$ mm bei $K_5 = 1,8$ kg/s m und
 $d_6 = 38,4$ mm bei $K_6 = 7,6$ kg/s m
auf der Geraden B liegen.
- 10 4. Durchlaufdampferzeuger nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der einem
Quotienten K zugeordnete Rohrinnendurchmesser d um höchstens
10% kleiner bzw. um höchstens 30% größer ist als der auf der
Kurve A diesem Quotienten K zugeordnete Rohrinnendurchmesser d .
15
5. Durchlaufdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
Mindestlast im Durchlaufbetrieb gleich oder kleiner als 50% der
Vollast ist.
- 20 6. Durchlaufdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der fossile
Brennstoff Kohle oder ein anderer fester Brennstoff ist.
- 25 7. Durchlaufdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
elektrische Leistung des Kraftwerkblocks, zu dem der Durchlauf-
dampferzeuger gehört, deutlich kleiner als 500 MW ist.
- 30 8. Durchlaufdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine
Massenstromdichte in den Rohren (3) bei einem Rohrinnendurch-
messer d bis zu 25 mm im Bereich von etwa 800 bis 850 kg/m²s
und bei einem Rohrinnendurchmesser über 25 mm im Bereich von
35 etwa 850 bis etwa 950 kg/m²s liegt.

1/2

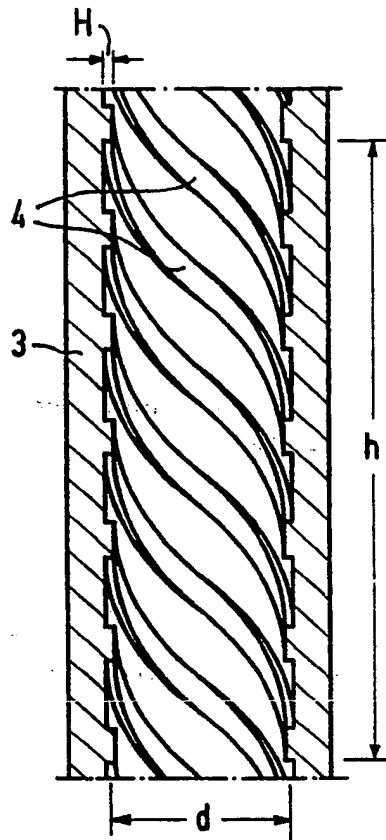


FIG 2

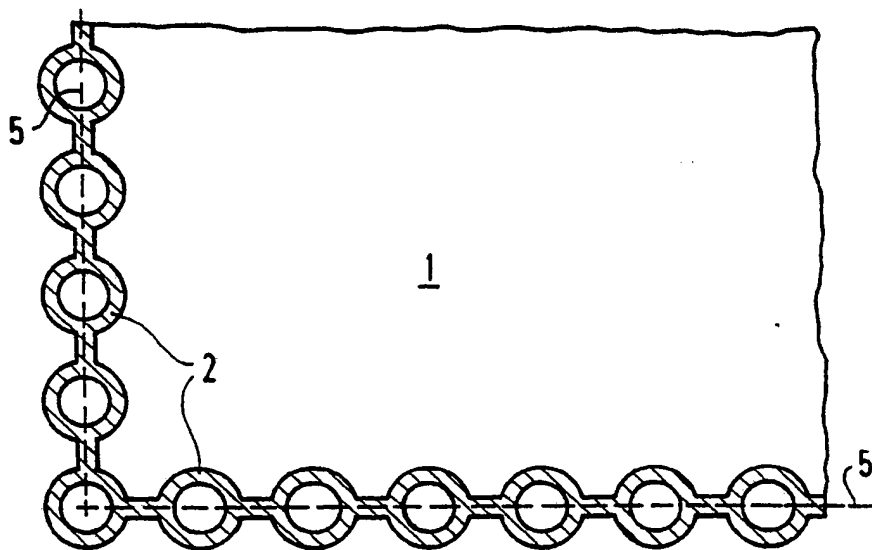


FIG 1

2/2

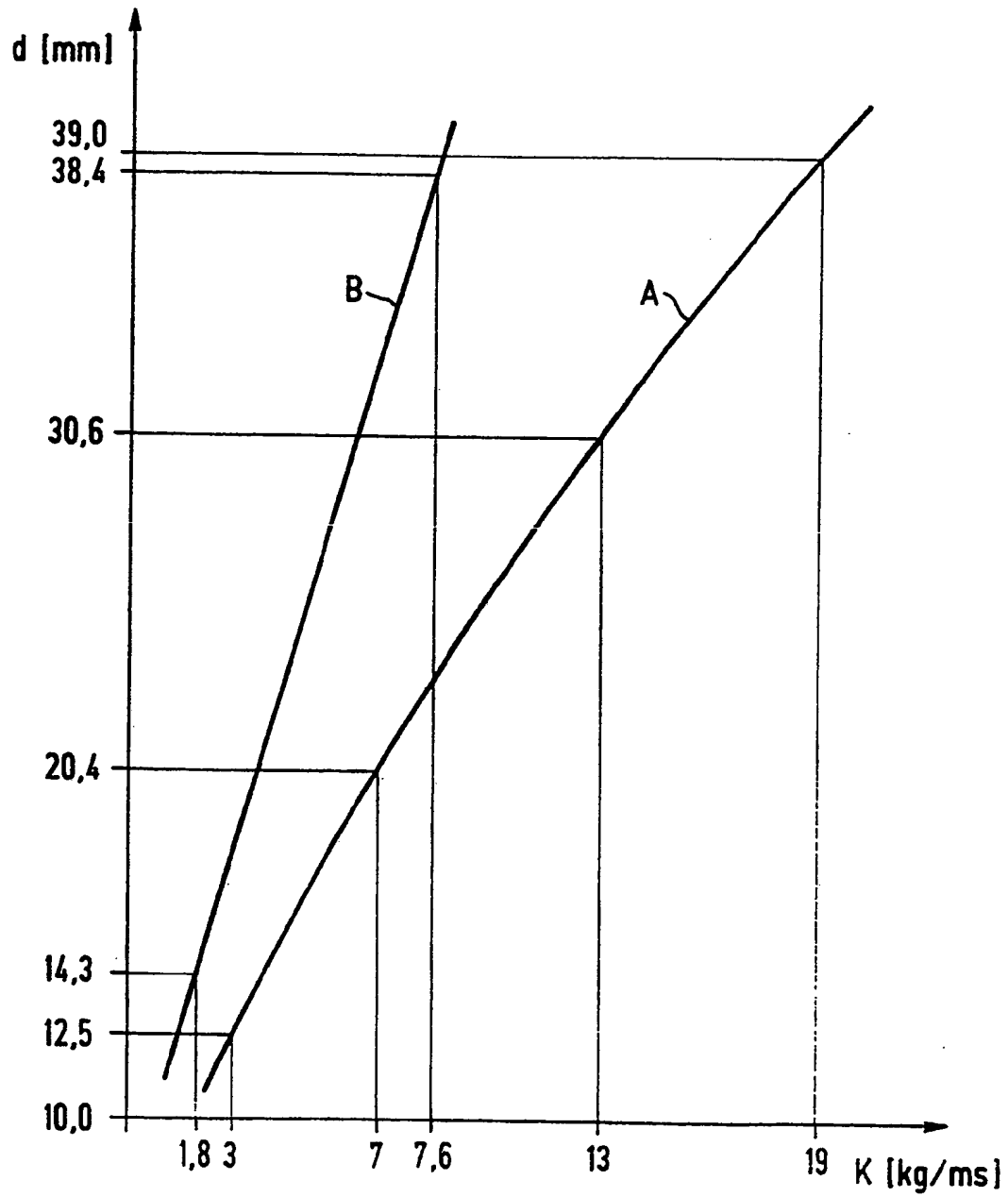


FIG 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 91/00319

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.⁵ F22B37/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.⁵ F22B; F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR, A, 1 288 755 (BABCOCK) 19 February 1962 see page 2, right-hand column, line 19 - line 55 see page 3, right-hand column, line 17 - page 4, right-hand column, line 34; figures	1,2,6
A	GB, A, 2 102 105 (FOSTER WHEELER) 26 January 1983 see page 4, line 82 - line 111; figures	1
A	DE, A, 3 028 240 (MITSUBISHI) 5 February 1981	1
A	BABCOCK & WILCOX 'STEAM ITS GENERATION AND USE' 1978, NEW YORK US see page 1-4, right-hand column, line 11 - page 1-5, left-hand column, line 8; figure 5	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 October 1991 (28.10.91)

Date of mailing of the international search report

8 November 1991 (08.11.91)

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

**DE 9100319
SA 46297**

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 28/10/91

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-1288755		None	
GB-A-2102105	26-01-83	JP-C- 1316550	15-05-86
		JP-A- 58040402	09-03-83
		JP-B- 60042361	21-09-85
DE-A-3028240	05-02-81	JP-A- 56023603	06-03-81
		CH-A- 648645	29-03-85
		FR-A,B 2463357	20-02-81

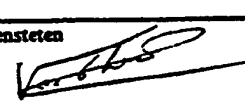
EPO FORM P0679

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/DE 91/00319

Internationales Aktenzeichen

I. KLASSEFIZIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. 5 F22B37/10		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	F22B ; F28F	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art. ⁹	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	FR,A,1 288 755 (BABCOCK) 19. Februar 1962 siehe Seite 2, rechte Spalte, Zeile 19 - Zeile 55 siehe Seite 3, rechte Spalte, Zeile 17 - Seite 4, rechte Spalte, Zeile 34; Abbildungen ---	1,2,6
A	GB,A,2 102 105 (FOSTER WHEELER) 26. Januar 1983 siehe Seite 4, Zeile 82 - Zeile 111; Abbildungen ---	1
A	DE,A,3 028 240 (MITSUBISHI) 5. Februar 1981 ---	1
A	BABCOCK & WILCOX 'STEAM ITS GENERATION AND USE' 1978, NEW YORK US siehe Seite 1-4, rechte Spalte, Zeile 11 - Seite 1-5, linke Spalte, Zeile 8; Abbildung 5 ---	1
<p>¹⁰ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipien oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.</p> <p>"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist.</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts.
28. OKTOBER 1991		0 8. 11. 91
Internationale Recherchenbehörde EUROPAISCHES PATENTAMT		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten VAN GHEEL J. U. M. 

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Januar 1985)

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

DE 9100319
SA 46297

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28/10/91

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR-A-1288755		Keine	
GB-A-2102105	26-01-83	JP-C- 1316550	15-05-86
		JP-A- 58040402	09-03-83
		JP-B- 60042361	21-09-85
DE-A-3028240	05-02-81	JP-A- 56023603	06-03-81
		CH-A- 648645	29-03-85
		FR-A, B 2463357	20-02-81

EPO FORM P0413

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

10/1/2011
10/1/2011

THIS PAGE BLANK (USPTO)

NO-A.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)